

ASPEK LINGKUNGAN DAN PRODUKTIVITAS AYAM BROILER PADA SISTEM TRANSPORTASI TERTUTUP DAN KONVENSIONAL

Environmental Aspect and Productivity of Broiler Chicken Under Covered and Conventional Transportation System

S. Heri Kiswanto^a, Alvin Fatikhunnada^b, M. Sholahudin^b

^a Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 — k.slametheri@gmail.com

^b Departemen Teknik Mesin dan Bio Sistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract. Population of broiler chicken increase continuously every year. This situation indicated broiler farm in Indonesia has been transformed as a poultry industry. Broiler farm concentrated in one place far from human to anticipate the potency of air pollution. Transportations are used to mobilize broiler from farm to slaughter house or market. The transportation should consider the condition of broiler and environment to minimize the air pollution and negative effect in broiler performance. This research was aimed to evaluate effect of covered and conventional transportation system on environmental aspect and broiler performance. Sixty broilers was used in this research and divided into two treatments. Data was analyzed by t-Test with α 0.05. The result indicated that covered system better to reduce the potency of ammonia pollution than conventional system. Weight loss of broiler transported with covered system significantly lower ($P < 0.05$) than conventional system. There were no mortality both in conventional and covered system. Distribution of temperature in covered system was significantly lower ($P < 0.05$) than conventional system. Covered system, poultry transportation system based on animal welfare aspect showed lower in vocalization than conventional system.

Keywords: broiler, ammonia, environment, productivity

(Diterima: 25-11-2014; Disetujui: 29-12-2014)

1. Pendahuluan

Ayam broiler populasinya sampai tahun 2010 mencapai angka 1,2 miliar ekor (BPS 2011). Populasi yang sangat besar ini membuat peternakan ayam broiler di Indonesia sudah menjadi industri peternakan (*poultry industry*) dan mulai bersaing dengan perusahaan luar negeri.

Komoditas ternak ayam broiler terkonsentrasi pada lokal tertentu untuk menghindari pencemaran bau terhadap penduduk sekitar. Hal ini menyebabkan perlukannya sarana transportasi yang mampu memobilisasi komoditas ayam broiler dari peternakan menuju pasar tradisional dan rumah potong ayam (RPA). Sarana transportasi tersebut harus mempertimbangkan aspek kondisi ternak ayam itu sendiri dan lingkungan serta kesejahteraan ternak (*animal welfare*) yang menjadi aspek penting bagi preferensi konsumen.

Kenyataan yang ada di masyarakat selama ini transportasi ternak (*livestock transportation*) belum sesuai dengan kondisi ayam dan lingkungan sekitar. Model system transportasi ayam konvensional terbuka sehingga kontak langsung dengan matahari dan kondisi lingkungan tidak dapat diminimalisasi. Hal ini memicu potensi pencemaran udara yang disebabkan oleh feses ayam yang tercecer dan tersebar melalui udara. ZhePeng *et al.* (2014) menyatakan bahwa ammonia dapat dihasilkan dari tumpukan feses ayam selama transportasi. Jongebreur *et al.* (2003) menam-

bahkan produksi ammonia tersebut akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kecepatan pertukaran udara dan suhu selama transportasi. Hal ini tentu menjadi permasalahan serius sehingga diperlukan penanganan yang tepat.

Selain aspek lingkungan, system transportasi ayam yang buruk juga memberikan dampak negative terhadap produktivitas ayam. Sutrisno (2013) menyebutkan telah terjadi penurunan bobot badan ayam broiler sebesar 3,31-4,60% untuk sekali pengangkutan. Melihat kondisi tersebut, keberadaan sarana transportasi ternak yang aman dan nyaman, baik itu bagi ternak maupun manusia menjadi sangat penting.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh system transportasi konvensional dan tertutup terhadap lingkungan, produktivitas dan respon fisiologis ayam broiler.

2. Metodologi

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium lapang C unit unggas Fakultas Peternakan dan laboratorium Teknik Bioinformatika Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Januari – April 2013.

2.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis data uji t-Student, dengan rumus matematika sebagai berikut:

$$T = \frac{D - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam (ANOVA). Pengolahan data dilakukan menggunakan MINITAB versi 16.

2.3. Peubah yang Diamati

a. Penurunan Bobot Badan (Kg)

Setiap ayam ditimbang bobot badan sebelum diangkut (W1) dan sesudah diangkut (W2), kemudian dihitung selisih W2 dan W1.

b. Mortalitas (%)

Mortalitas dihitung berdasarkan perbandingan ayam mati dengan total ayam awal yang ada dan dikalikan dengan 100%.

c. Suhu (°C) (Suud 2009)

Pengukuran suhu udara pada M-Clove menggunakan kabel *termokopel* dan datanya direkam dalam *hybrid recorder* dengan interval perekaman data setiap 30 menit dari jam 10.00 hingga pukul 14.00. Titik pengukuran untuk validasi simulasi ditempatkan pada titik-titik pada koordinat.

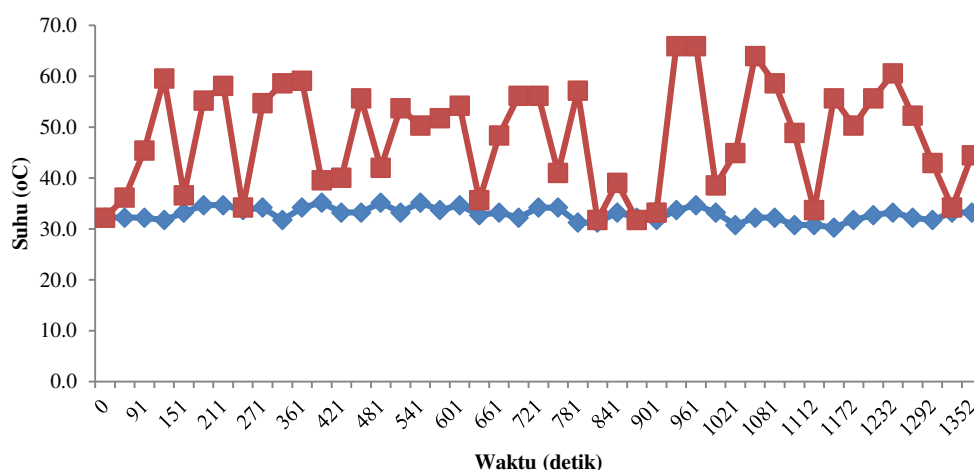
d. Denyut Jantung dan Temperatur Rektal

Denyut jantung diukur menggunakan stetoskop pada bagian bawah sayap atau bagian dada ayam, sedangkan temperatur rektal diukur dengan termometer digital yang dimasukkan pada rektum ayam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Persebaran Suhu

Kondisi persebaran suhu yang terjadi selama proses penelitian terdiri atas 2 jenis, yakni persebaran suhu di dalam sistem tertutup dan sistem terbuka. Hasil persebaran suhu sistem terbuka dan sistem tertutup disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik persebaran suhu udara sistem terbuka dan sistem tertutup

Hasil pengamatan menunjukkan persebaran suhu yang terjadi di dalam transportasi ayam sistem tertutup nyata lebih rendah ($P < 0.05$) dibandingkan dengan sistem terbuka. Rataan suhu yang tercatat di dalam sistem tertutup adalah 32.91 ± 1.29 °C, sedangkan sistem terbuka adalah 48.10 ± 10.3 °C.

3.2. Penurunan Bobot Badan Ayam Broiler

Penurunan bobot badan dan respon fisiologis ayam broiler yang diangkut menggunakan transportasi sistem terbuka dan tertutup disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Hasil pengamatan menunjukkan penurunan bobot badan ayam broiler pada pengangkutan sistem terbuka nyata lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan sistem tertutup. Penurunan bobot badan yang

terjadi pada sistem terbuka mencapai 106.10 ± 10.90 g ekor⁻¹, sedangkan sistem tertutup 71.23 ± 3.21 g ekor⁻¹. Tingginya penurunan bobot badan pada pengangkutan sistem terbuka disebabkan adanya pengaruh interaksi ayam broiler terhadap lingkungan luar yang ekstrem. Council of Europe Committee of Ministers (2006) menyatakan adanya dampak buruk angin dan hujan terhadap performa ayam broiler selama transportasi. Selain angin dan hujan, radiasi panas matahari yang diterima langsung oleh ayam broiler memicu terjadi cekaman panas (heat stress) yang berlebih sehingga berdampak buruk pada performa ayam broiler (Mitchell 2001). Pemusatan ayam selama transportasi menyebabkan produksi panas harus disuplai dari cadangan pakan dalam tubuh, sehingga penurunan atau penyusutan bobot badan terjadi (Muharlién *et al.* 2014).

Penurunan bobot badan pada pengangkutan sistem tertutup lebih rendah disebabkan oleh adanya faktor kenyamanan. Selama pengangkutan, ayam berada pada kondisi lebih nyaman dibandingkan dengan sistem terbuka. Ayam lebih tenang dan lebih sedikit bergerak. Sistem tertutup mampu mengurangi radiasi berlebih yang diterima dari matahari. Pada model transportasi ayam yang tertutup, peningkatan temperatur sebesar 10-20 °C mungkin saja bisa dijumpai (Kettlewell and Mitchell, 1993; Mitchell and Kettlewell, 1998), namun hal ini lebih rendah dibandingkan sistem terbuka. Getaran dan *heat stress* pada sistem tertutup lebih rendah dibandingkan dengan sistem terbuka.

Tabel 1. Penurunan bobot badan ayam broiler pada pengangkutan sistem terbuka dan sistem tertutup

Sistem	Bobot badan (g ekor ⁻¹)		Penurunan bobot badan (g ekor ⁻¹)
	Awal	Akhir	
Terbuka	1340.43 ± 178.73	1234.30 ± 178.71	106.10 ± 10.90 ^a
Tertutup	1313.00 ± 0.19	1241.00 ± 0.19	71.23 ± 3.21 ^b

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama dan diikuti oleh huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji T student)

Tabel 2. Respon fisiologis ayam broiler pada pengangkutan sistem terbuka dan sistem tertutup

Sistem	Denyut jantung (kali menit ⁻¹)		Suhu rektal (°C)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Terbuka	201.47 ± 19.18	195.73 ± 7.42 ^a	41.64 ± 0.25	41.59 ± 0.15 ^a
Tertutup	206.40 ± 18.51	200.80 ± 21.18 ^a	41.68 ± 0.24	41.32 ± 0.24 ^b

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama dan diikuti oleh huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji T student)

Denyut jantung ayam broiler setelah pengangkutan menggunakan sistem terbuka 195.73 ± 7.42 kali menit⁻¹ tidak berbeda nyata ($P>0.05$) dengan sistem tertutup 200.80 ± 21.18 kali menit⁻¹. Rataan denyut jantung ayam broiler setelah pengangkutan pada penelitian ini berada pada kisaran normal sesuai dengan Frandson (1992) dan Smith (1998). Denyut jantung merupakan gelombang yang terjadi akibat tekanan *systole* mulai dari jantung dan menjalar sepanjang arteri dan kapiler. Denyut jantung sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, pakan, aktivitas, dan tidur (Ganong 1983).

Sementara itu, temperature rektal ayam broiler setelah pengangkutan menggunakan sistem terbuka 41.59 ± 0.15 °C nyata lebih tinggi ($P<0.05$) dibandingkan dengan sistem tertutup 41.32 ± 0.24 °C. Tingginya temperature rektal ayam broiler pada pengangkutan sistem terbuka diduga dipengaruhi oleh penerimaan panas yang lebih tinggi. Pengangkutan sistem terbuka menyebabkan penerimaan radiasi panas

lebih tinggi dibandingkan sistem tertutup (Kettlewell and Mitchell, 1993; Mitchell and Kettlewell, 1998). Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan suhu rektal adalah lingkungan, aktivitas, pakan, minuman, dan pencernaan. Tingginya temperature rektal menjadi indikasi terjadinya cekaman panas pada ayam broiler selama pengangkutan. Filho *et al.* (2007) menyatakan selama transportasi, ayam dapat mengalami stres, termasuk peningkatan temperatur rektal, sehingga menyebabkan kerugian.

3.3. Aspek Lingkungan

Isu lingkungan merupakan salah satu isu penting dalam sistem transportasi ternak salah satunya ayam broiler. Ayam broiler yang diangkut dalam keadaan hidup akan berinteraksi langsung dengan lingkungan sekitar selama transportasi, sehingga akan memberikan respon terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungan sekitarnya. Sistem transportasi tipe konvensional atau terbuka memungkinkan terjadinya penyebaran bau amonia (NH₃) yang dihasilkan oleh produksi urin dan feses ayam broiler (ZhePeng *et al.* 2014). Sistem transportasi konvensional memungkinkan terjadinya radiasi langsung sinar matahari terhadap ayam sehingga potensi stres menjadi sangat tinggi. Tingginya tingkat stres yang dialami ayam selama transportasi akan memaksa sistem dalam tubuh ayam untuk merespon balik kondisi tersebut salah satunya dengan banyak melakukan defekasi dan urinasi. Semakin banyak feses dan urin yang dihasilkan maka produksi gas amonia juga semakin tinggi.

Gas amonia yang dihasilkan oleh feses dan urin tersebut akan semakin mudah menyebar saat pengangkutan akibat adanya pengaruh suhu dan angin. Jongebreur *et al.* (2003) melaporkan bahwa peningkatan suhu dan kecepatan pertukaran udara dapat memicu peningkatan emisi bau dan kecepatan udara di atas feses yang dihasilkan. Nimmermark dan Gustafsson (2005) juga melaporkan bahwa pada kecepatan ventilasi yang sama, produksi amonia dan emisi bau berkorelasi positif dengan peningkatan suhu.

Penyebaran gas yang menimbulkan polusi tersebut tentu memberikan dampak negatif pada lingkungan, termasuk didalamnya adalah masyarakat pengguna jalan dan ayam itu sendiri (Nimmermark dan Gustafsson 2005, ZhePeng *et al.* 2014). Joneset *et al.* (2013), Cederberg *et al.* (2013) dan Cambra-Lopez *et al.* (2010) menambahkan potensi emisi polusi udara yang dihasilkan dari limbah peternakan ayam broiler dapat menimbulkan dampak lingkungan serius seperti efek asidifikasi dan eutrofikasi, peningkatan suhu lingkungan dan kerusakan iklim serta lingkungan. Pengguna jalan akan merasa tidak nyaman ketika berada tepat atau berdekatan dengan transportasi ayam tersebut. Pengguna jalan yang menghirup udara yang terkontaminasi dengan gas amonia tersebut juga dapat berisiko mengalami gangguan kesehatan (Wangli *et al.* 2013).

Sementara itu pada sistem transportasi tipe tertutup radiasi langsung matahari dapat diminimalkan dan kondisi ayam selama pengangkutan lebih nyaman. Kondisi ini mampu mengurangi potensi stres yang dialami ayam, sehingga produksi feses dan urin akan semakin sedikit. Mekanisme transportasi sistem tertutup dengan pengaturan ventilasi dan penambahan material organik penyerap bau menunjukkan suhu lingkungan lebih rendah dibandingkan sistem konvensional (Gambar 1). Nimmermark dan Gustafsson (2005) melaporkan bahwa peningkatan suhu lingkungan mampu meningkatkan emisi ammonia secara signifikan ($p < 0.05$). Lebih rendahnya sebaran suhu dalam sistem tertutup ini mampu mengurangi produksi dan penyebaran gas ammonia.

Transportasi tipe tertutup dilengkapi dengan kotak penutup dan material organik. Kotak penutup mampu meminimalkan peluang penyebaran bau ammonia langsung ke lingkungan. Salah satu faktor penyebab pencemaran udara yang terjadi selama transportasi adalah kondisi sarana transportasi yang terbuka, sehingga feses ayam akan dengan mudah menguap dan terdistribusi ke lingkungan. Hal ini sesuai dengan Jongebreur *et al.* (2003) bahwa peningkatan suhu dan kecepatan pertukaran udara mampu meningkatkan emisi bau.

Material organik mampu mengikat urin dan feses sehingga bau ammonia yang dihasilkan dapat terperangkap didalamnya. Achmanu dan Muharlien (2011) menyatakan bahwa penggunaan litter atau alas berfungsi untuk menyerap air sehingga lantai tidak basah karena feses dan urin ayam. Tobing (2005) menambahkan bahwa bahan alas harus bersifat cepat meresapkan air karena alas tersebut berperan utama sebagai pengontrol kelembapan lingkungan ayam. Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas sekam padi dan serbuk gergaji. Reed dan McCartney (1970) menyatakan bahwa daya serap yang baik, bebas debu, kering, densitas baik dan memberi dampak kesehatan terhadap kandang merupakan keunggulan sekam sehingga banyak dimanfaatkan sebagai alas kandang ayam. Luh (1991) juga menambahkan bahwa sekam padi tidak mudah lapuk, sumber kalium, cepat menggumpal dan padat. Selain sekam padi, serbuk gergaji juga digunakan dalam penelitian ini. Chamblee dan Yeatman (2003) melaporkan bahwa penggunaan serbuk gergaji sebagai bahan litter kandang ayam memberikan pengaruh sama baiknya dengan sekam padi, bahkan cenderung lebih mampu menurunkan kadar ammonia dalam kandang. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi sekam padi dan serbuk gergaji sebagai litter kandang akan semakin memberikan pengaruh positif terhadap kondisi lingkungan kandang dan ayam. Melalui mekanisme inilah bau ammonia yang ada dapat diminimalkan, sehingga dampak buruk terhadap lingkungan semakin kecil.

3.4. Aspek Animal Welfare

Aspek kesejahteraan hewan selama transportasi ayam broiler penting diperhatikan. Potensi sumber

stress ayam broiler selama transportasi seperti mikro lingkungan, kecepatan kendaraan, getaran gerakan, pemuaan makanan dan minuman, gangguan antar ternak, dan kebisingan sangat tinggi dalam mempengaruhi kondisi normal ayam broiler (Nicol and Scott 1990; Mitchell and Kettlewell 1993; Mitchell and Kettlewell 1998; Carlisle *et al.* 1998; Abeyesinghe *et al.* 2001). Selain itu, mortalitas juga menjadi perhatian lebih selama transportasi. Warriss *et al.* (2005) menyebutkan adanya hubungan signifikan antara mortalitas ayam broiler selama transportasi dengan kondisi lingkungan.

Persentase mortalitas ayam broiler pada penelitian ini 0%, yang berarti tidak terdapat adanya kejadian ayam mati setelah transportasi berlangsung. Mortalitas ayam broiler selama transportasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kondisi kesehatan ayam dan lingkungan selama transportasi berlangsung. Hunter *et al.* (1997) menyatakan adanya pengaruh signifikan kondisi mikro lingkungan dengan kejadian ayam mati atau *Dead on Arrivals* (DOA).

Selain mortalitas, aspek *animal welfare* yang diamati dalam penelitian ini adalah terjadinya vokalisasi ayam selama transportasi. Hasil penelitian menunjukkan ayam broiler yang diangkut menggunakan pengangkutan sistem tertutup tidak menunjukkan adanya vokalisasi, sedangkan pada sistem terbuka vokalisasi banyak terjadi. Vokalisasi merupakan salah satu indikator ketidaknyamanan akan kondisi yang diterima oleh ternak (Mulligan *et al.* 1994). Irenilza *et al.* (2007) menyatakan adanya hubungan antara vokalisasi yang dilakukan ayam broiler dengan kondisi lingkungan yang dialami, sehingga ikut menentukan aspek *animal welfare*.

4. Kesimpulan

Penyebaran bau ammonia pada sistem transportasi tertutup lebih kecil dan dapat diminimalisasi dibandingkan dengan sistem terbuka atau konvensional. Penurunan bobot badan ayam broiler yang diangkut menggunakan pengangkutan sistem terbuka nyata lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tertutup. Tidak terdapat adanya kejadian mortalitas pada ayam broiler yang diangkut menggunakan sistem terbuka dan tertutup. Temperatur rektal ayam broiler pasca pengangkutan sistem terbuka nyata lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tertutup, sedangkan denyut jantung tidak berbeda nyata. Sistem transportasi ayam ramah lingkungan berbasis *animal welfare* yakni sistem tertutup menunjukkan tingkah laku vokalisasi lebih rendah dibanding sistem terbuka atau konvensional.

Daftar Pustaka

- [1] Achmanu; Muharlien. 2011. Ilmu Ternak Unggas. UB Press. Malang.
- [2] BPS. 2011. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2011. Jakarta: CV. Karya Cemerlang.

- [3] Cambra-Lopez, M., A.J.A. Aarnink, Y. Zhao, S. Calvet, and A.G. Torres. 2010. Airborne particulate matter from livestock production systems: A review of an air pollution problem. *Environ. Pollut.* 158:1-17.
- [4] Cederberg C., Hedenus F., Wirsén S. and Sonesson U. 2013. Trend in greenhouse gas emission from consumption and production of animal food products - implications for long-term climate targets. *Animal* 7(2): 330-340.
- [5] Chamblee T.N. and Yeatman J.B. 2003. Evaluation of rice hull ash as broiler litter. *J. Appl. Poult. Res.* 12: 424 – 427.
- [6] Council Europe Committee of Ministers. 2006. Land Transport of Poultry Australia. Second Edition PISC.
- [7] Frandson, R. D. dan H. Whitten. 1981. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Third edition, Lea and Febiger: Philadelphia.
- [8] Hunter, R. R. 1998. Physiological responses of broilers to pre-slaughter lairage: Effects of the thermal micro-environment? *Br. Poult. Sci.* 39:53-54
- [9] Irenilza de A. Nääsa, Daniella J. de Mouraa, Wagner T. Silvaa, Yamilia Barrios Tolonb Marcos Valea, Thayla M. R. de Carvalho. 2007. The use of vocalization for swine and poultry welfare assessment. *EFITA* : 1-6.
- [10] Jones, L., Nizam, M.S., Reynolds, B., Bareham, S. & Oxley E.R.B. 2013. Upwind impacts of ammonia from an intensive poultry unit. *Environ. Pollut.*, 180, 221–228
- [11] Jongebreur, A. A., G. J. Monteny and N. W. M. Ogink. 2003. Livestock Production and Emission of Volatile Gases. In *International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities*, 1-4 June 2003, 11-30. Horsens, Denmark: CIGR, EurAgEng, NJF.
- [12] Kettlewell, P.J. and Mitchell, M.A. 1993. The thermal environment on poultry transport vehicle, in: Collins, e. and boon, c. (eds) *livestock environment IV. Proceedings of the fourth international symposium*. American society of agricultural engineers, st.joseph, Michigan, pp.552-559.
- [13] Luh, B. S. 1991. *Rice Utilization*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold. New York.
- [14] Mitchell, M.A. and Kettlewell, P.J. 1993. Physiological stress and welfare of broiler chickens transit: solution not problems. *Poultry Science* 77, 1803-1814.
- [15] Mitchell, M.A. Kettlewell, P.J. 1998. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems *Poultry science* 77 (12) 1803-1814.
- [16] Mitchell, M.A. Kettlewell, P.J. and Maxwell, M.H. 1992. Indicator physiological stress in broiler chicken during road transportation. *Animal Welfare* 1, 91-103.
- [17] Mitchell, M.A., Carlisle, A.J., Hunter, R.R. and Kettlewell, P.L. 2003. Weight loss in transit: An important issue in broiler transportation. *Poultry science* 82 101-S52
- [18] Muharlien, Achmuan, Yulianto F. 2014. Efek Posisi Penempatan Box dan Jarak Pengangkutan terhadap Penyusutan Bobot Badan dan Persentase Penyusutan Bobot Badan pada Ayam Pedaging Finisher. jiip.ub.ac.id/index.php/jiip/article/download/146/202. 2014
- [19] Mulligan BE, Baker SC, Murphy MR. 1994. Vocalization as indicator of emotional stress and physiological wellbeing in animals. *Animal Welfare Information Center Newsletter*. Vol. 5, no. 3.
- [20] Nicol, C. J., and G. B. Scott. 1990. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28:57–73.
- [21] Nicol, C.J, Scott, G.B. 1990. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*. 28: 57-73
- [22] Nimmemark S. and Gustafsson G. 2005. Influence of Temperature, Humidity and Ventilation Rate on the Release of Odour and Ammonia in a Floor Housing System for Laying Hens. CIGR
- [23] Reed, M.J and M.G.McCartney. 1970. *Alternative Litter Materials For Poultry*. www.agtie.nsw.gov.au.
- [24] Ritz, C.W et al. 2002. *Litter Quality And Broiler Performance*. The University of Georgia College of Agriculture and Environment Sciences.
- [25] Sainsbury, D.W.B 1999. Chapter 10, Broiler chickens. In: *Management and Welfare of Farm Animals*, The UFAW Farm Handbook. Edited by Ewbank, R., Kim Madslien, F. and Hart, C.B. UK: Universities Federation for Animal Welfare, Wheathampstead.
- [26] Tobing, V. 2005. *Beternak Ayam Broiler Bebas Anti Biotika Murah dan Bebas Residu*. Penebar Swadaya. Jakarta
- [27] Wang-Li L, Li QF, Chai L, Cortus E, Wang K, Kilic I, Bogan BW, Ni JQ, Heber AJ. 2013. The national air emission monitoring study's southeast layer site: Part III. Ammonia concentrations and emissions. *TransASABE* 56:1185–1197.
- [28] Warriss, P.D., Pagazaurtundua, A. Brown, S.N. 2005. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. *British Poultry Science*, 46: 647-651